

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-152671

(43)Date of publication of application : 23.05.2003

(51)Int.Cl.

H04J 11/00

(21)Application number : 2001-351971

(71)Applicant : JAPAN TELECOM CO LTD

(22)Date of filing : 16.11.2001

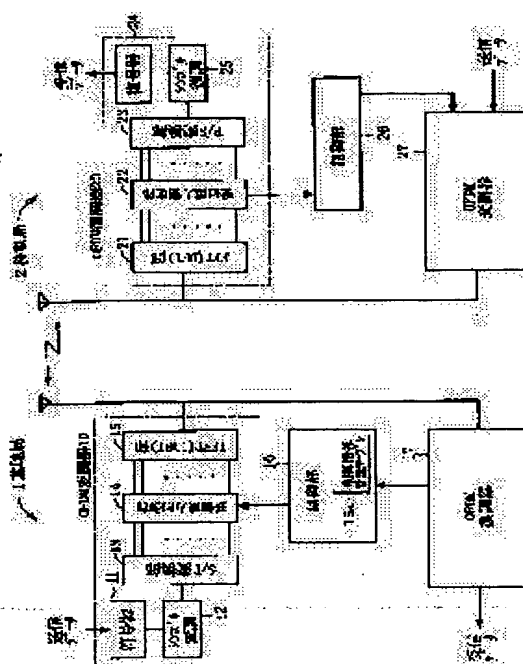
(72)Inventor : MASUI ATSUYOSHI  
FUJII TERUYA

## (54) ORTHOGONAL FREQUENCY DIVISION MULTIPLEX SYSTEM AND TRANSMITTER-RECEIVER

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce the processing amount for transmission power control by reducing a control information amount.

**SOLUTION:** By measuring the receiving power of each of subcarriers in an OFDM signal in a receiving power measuring part 22, the continuous subcarriers defined as receiving power, which does not exceed a threshold  $\Delta E$  preset in a control part 26, are collected into block. The control part 26 generates control information composed of transmitting power control information, with which the receiving power in each of blocks becomes almost equal, and the top subcarrier numbers of respective blocks and this information is reported from a mobile station 2 to a base station 1. In the base station 1, the control information is saved on a control information managing table 16a in a control part 16 and on the basis of this control information, the transmitting power of subcarriers in the OFDM signal to be transmitted to the mobile station 2 is controlled for each block.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

01.11.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-152671

(P2003-152671A)

(43) 公開日 平成15年5月23日 (2003.5.23)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 4 J 11/00

識別記号

F I

H 0 4 J 11/00

テーマコード (参考)

Z 5 K 0 2 2

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2001-351971 (P2001-351971)

(22) 出願日 平成13年11月16日 (2001.11.16)

(71) 出願人 502306660

日本テレコム株式会社

東京都中央区八丁堀四丁目7番1号

(72) 発明者 舩井 淳祥

東京都中央区八丁堀四丁目7番1号 日本  
テレコム株式会社内

(72) 発明者 藤井 輝也

東京都中央区八丁堀四丁目7番1号 日本  
テレコム株式会社内

(74) 代理人 100102635

弁理士 浅見 保男 (外4名)

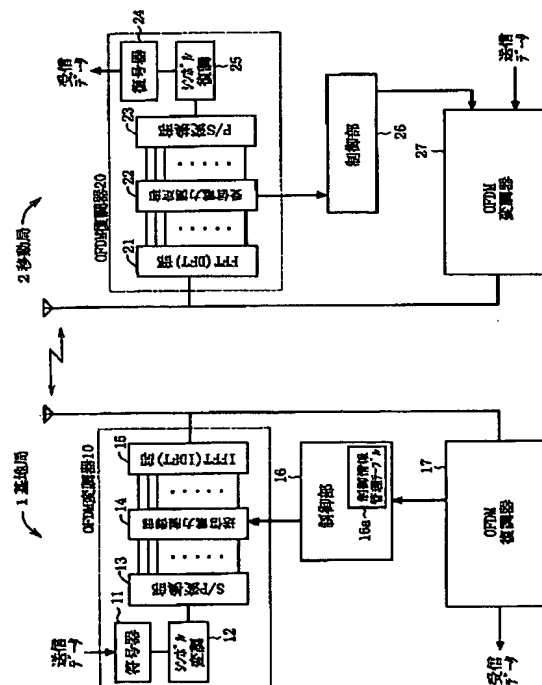
Fターム (参考) 5K022 DD01 DD13 DD17 DD23 DD33

(54) 【発明の名称】 直交周波数分割多重システムおよび送受信装置

(57) 【要約】

【課題】 制御情報量を低減して、送信電力制御の処理量を低減する。

【解決手段】 OFDM信号の各サブキャリアの受信電力を受信電力測定部22で測定することにより、制御部26において予め設定されている $\Delta E$ のしきい値を超えない受信電力とされている、連続するサブキャリアをブロックにまとめる。各ブロックの受信電力がほぼ等しくなるような送信電力制御情報と、各ブロックの先頭サブキャリア番号とからなる制御情報を制御部26で作成し、移動局2から基地局1へ通知する。基地局1は、制御情報を制御部16内の制御情報管理テーブル16aに保管し、この制御情報に基づいて移動局2へ送信するOFDM信号におけるサブキャリアの送信電力をブロック毎に制御する。



(2)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 送信側から固定の送信電力で送信された直交周波数分割多重信号を、受信側において受信し、受信された前記直交周波数分割多重信号を構成している複数のサブキャリアの受信電力値に応じて、いくつかの前記サブキャリアからなるブロックにまとめ、該ブロックにおける特定の位置のサブキャリアの番号と、それぞれの前記ブロックにおける受信電力値と規定受信電力との差分情報とを前記送信側へ通知し、前記サブキャリアの番号と前記差分情報とを受け取った前記送信側において、直交周波数分割多重信号を構成する複数のサブキャリアを、前記サブキャリアの番号に基づいてブロックに分割すると共に、前記差分情報に基づいて当該ブロックのサブキャリアの送信電力を制御するようにしたことを特徴とする直交周波数分割多重システム。

【請求項2】 サブキャリア間の受信電力の差が所定のしきい値内に収まるサブキャリアをまとめることにより、前記ブロックに分割するようにしたことを特徴とする請求項1記載の直交周波数分割多重システム。

【請求項3】 前記複数のサブキャリアが前記ブロックに分割された際に、分割されたブロックに含まれるサブキャリア数が最小値のブロックを求め、全てのブロックのブロック長を前記求められたブロックのブロック長とするようにしたことを特徴とする請求項1記載の直交周波数分割多重システム。

【請求項4】 サブキャリア数に対するそのサブキャリア数が存在する確率分布の累積値のテーブルを参照して、ブロックに分割する際のサブキャリア数を求めるようにしたことを特徴とする請求項1記載の直交周波数分割多重システム。

【請求項5】 受信側における受信電力が予め定められた最小受信電力値に達しないブロックについては、送信側において前記差分情報に基づいて当該ブロックの送信電力を他のブロックに分配するようにしたことを特徴とする請求項1記載の直交周波数分割多重システム。

【請求項6】 直交周波数分割多重信号を送受信可能な送受信装置であって、固定の送信電力で送信された直交周波数分割多重信号を構成している複数のサブキャリアの受信電力値に応じて、いくつかの前記サブキャリアからなるブロックにまとめる分割手段と、該分割手段において分割されたそれぞれのブロックにおける特定の位置のサブキャリアの番号と、前記分割されたそれぞれのブロックにおける受信電力値と規定受信電力との差分情報とを得る制御手段とを備え、前記サブキャリアの番号と前記差分情報とからなる制御情報を、前記制御手段の制御の基で所定の周期毎に送信するようにしたことを特徴とする送受信装置。

【請求項7】 サブキャリア間の受信電力の差が所定の

2

しきい値内に収まるサブキャリアをまとめることにより、前記ブロックに分割するようにしたことを特徴とする請求項6記載の送受信装置。

【請求項8】 前記複数のサブキャリアが複数のブロックに分割された際に、分割されたブロックに含まれるサブキャリア数が最小値のブロックを求め、全てのブロックのブロック長を前記求められたブロックのブロック長とするようにしたことを特徴とする請求項6記載の送受信装置。

10 【請求項9】 サブキャリア数に対するそのサブキャリア数が存在する確率分布の累積値のテーブルを参照して、ブロックに分割する際のサブキャリア数を求めるようにしたことを特徴とする請求項6記載の送受信装置。

【請求項10】 受信電力が予め定められた最小受信電力値に達しないブロックについては、前記制御手段は、当該ブロックの送信電力を他のブロックに分配するようにした制御情報を作成するようにしたことを特徴とする請求項6記載の送受信装置。

## 【発明の詳細な説明】

20 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、多数の直交するサブキャリアを用いる直交周波数分割多重システムに関する。

【0002】

【従来の技術】ヨーロッパやカナダにおいて移動体向け高品質デジタル音声放送 (DSB: Digital Sound Broadcasting) の開発が進められている。この音声放送システムではマルチパス伝送路でも良好な伝送特性を有する直交周波数分割多重通信方式 (OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing) が採用されている。このOFDM通信方式は、情報データ系列を互いに直交する多数のサブキャリアを用いて伝送するようにしている。この場合、1シンボル長を長くすることができることから、ゴースト妨害を軽減することができるようになる。さらに、ガードインターバルを設けることにより周波数選択性フェージングに強くなる。また、時間インターリーブに加えて周波数インターリーブも可能であり、誤り訂正の効果を有効に使えるようになる。さらに、各サブキャリアのスペクトルを密に配置することができ、周波数利用効率を高めることができる。さらにまた、各サブキャリアへの情報を任意に割り当てることができるため、干渉が予想されるサブキャリアは使用しない等の柔軟な情報伝送を可能とすることができる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、高速伝送システムを実現する場合、広帯域化に伴い所要受信電力が増加するという問題が生じる。そこで、OFDM通信方式に従来CDMA通信方式で用いられている送信電力制御を適用することで、送信電力を低減することができるようになる。送信電力制御を行うことで、セルエッジに

50

(3)

3

位置する多くの端末を基準に送信電力を設定することができるため、基地局周辺の多数の端末で従来消費されていた過剰な送信電力を低減することができるようになる。さらに、OFDM通信方式においてOFDM信号が伝搬路においてフェージングを受けると、平均受信信号電力が変動するようになるが、送信電力制御を行うことによりフェージングによる平均受信信号電力の変動を補償することができる。これにより伝送品質が向上し、低い送信電力で良好な伝送品質を達成することができる。

【0004】しかしながら、OFDM通信方式に送信電力制御を適用する場合、平均受信電力レベルの変動は補償されるものの、周波数選択性フェージングの影響により生じるサブキャリア毎の受信電力レベルの変動までは補償することができない。ここで、OFDM通信方式において周波数選択性フェージングを受けた際の影響について説明する。図13はOFDM通信方式における送信されたOFDM信号の一例である。このOFDM信号は多数のサブキャリアから構成されており、各々のサブキャリアは等しい送信電力で送信されている。このようなOFDM信号が、マルチパス環境を伝搬すると周波数選択性フェージングの影響を受けて、サブキャリア間の受信電力は変動するようになる。この場合、その変動特性は伝搬路の環境により様々に変化するようになる。例えば、伝搬路において周波数選択性フェージングを受けたOFDM信号は、図14に示すようにサブキャリア間の受信電力が変動するようになる。この結果、受信電力レベルが低いサブキャリアにおいては所定の伝送品質を満たすことができないことになる。

【0005】そこで、このようなサブキャリア毎に受信電力が変動することを防止するために、サブキャリア毎に送信電力を制御する手法が提案されている（信学技報 SSE2000-71, RCS2000-60(2000-07) 吉識知明外2名

「OFDMサブキャリア適応変調システムにおけるマルチレベル送信電力制御適用時の特性」参照）。この手法では、OFDM通信方式への送信電力制御の適用を目的とし、受信信号レベル全体に対する送信電力制御と、各サブキャリアの変調多値数に応じたレベルに対する送信電力制御で構成されるマルチレベル送信電力制御を行っている。このマルチレベル送信電力制御では、各変調多値数を割り当てられたサブキャリアが所要のBERを満たすようにサブキャリア毎に送信電力を制御し、さらに高い送信電力を消費する可能性のある極めて受信電力レベルの低いサブキャリアに対しては送信電力を割り当てないようにすることで、電力効率の向上を実現している。

【0006】しかしながら、伝搬路の状況に応じてサブキャリア毎に送信電力制御を効果的に行うためには、受信側で測定された受信電力に基づくサブキャリア毎の送信電力制御に関する情報を送信側へ通知する必要がある。このため、サブキャリア毎に送信電力制御を行うに

4

は、送信側または受信側において多くの制御情報が必要になると共に、送信電力制御の処理量や記憶量の負担が大きくなってくる。さらに、その送信電力制御の処理量や記憶量はサブキャリア数に依存するため、サブキャリア数が多くなるに伴い処理量や記憶量はさらに増大し、その実現性が困難になるという問題が生じる。

【0007】そこで、本発明は、制御情報量を低減して、送信電力制御の処理量や記憶量を低減することのできる直交周波数分割多重システムおよび送受信装置を提供することを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の直交周波数分割多重システムは、送信側から固定の送信電力で送信された直交周波数分割多重信号を、受信側において受信し、受信された前記直交周波数分割多重信号を構成している複数のサブキャリアの受信電力値に応じて、いくつかの前記サブキャリアからなるブロックにまとめ、該ブロックにおける特定の位置のサブキャリアの番号と、それぞれの前記ブロックにおける受信電力値と規定受信電力との差分情報とを前記送信側へ通知し、前記サブキャリアの番号と前記差分情報とを受け取った前記送信側において、直交周波数分割多重信号を構成する複数のサブキャリアを、前記サブキャリアの番号に基づいてブロックに分割すると共に、前記差分情報に基づいて当該ブロックのサブキャリアの送信電力を制御するようにしている。

【0009】また、上記本発明の直交周波数分割多重システムにおいて、サブキャリア間の受信電力の差が所定のしきい値内に収まるサブキャリアをまとめることにより、前記ブロックに分割するようにしてもよい。さらに、上記本発明の直交周波数分割多重システムにおいて、前記複数のサブキャリアが前記ブロックに分割された際に、分割されたブロックに含まれるサブキャリア数が最小値のブロックを求め、全てのブロックのブロック長を前記求められたブロックのブロック長とするようにしてもよい。

【0010】さらにまた、上記本発明の直交周波数分割多重システムにおいて、サブキャリア数に対するそのサブキャリア数が存在する確率分布の累積値のテーブルを参照して、ブロックに分割する際のサブキャリア数を求めるようにしてもよい。さらにまた、上記本発明の直交周波数分割多重システムにおいて、受信側における受信電力が予め定められた最小受信電力値に達しないブロックについては、送信側において前記差分情報に基づいて当該ブロックの送信電力を他のブロックに分配するようにしてもよい。

【0011】次に、上記目的を達成することのできる本発明の送受信装置は、直交周波数分割多重信号を送受信可能な送受信装置であって、固定の送信電力で送信された直交周波数分割多重信号を構成している複数のサブキ

(4)

5

キャリアの受信電力値に応じて、いくつかの前記サブキャリアからなるブロックにまとめる分割手段と、該分割手段において分割されたそれぞれのブロックにおける特定の位置のサブキャリアの番号と、前記分割されたそれぞれのブロックにおける受信電力値と規定受信電力との差分情報とを得る制御手段とを備え、前記サブキャリアの番号と前記差分情報とからなる制御情報を、前記制御手段の制御の基で所定の周期毎に送信するようにしている。

【0012】また、上記本発明の送受信装置において、サブキャリア間の受信電力の差が所定のしきい値内に収まるサブキャリアをまとめることにより、前記ブロックに分割するようにしてもよい。さらに、上記本発明の送受信装置において、前記複数のサブキャリアが複数のブロックに分割された際に、分割されたブロックに含まれるサブキャリア数が最小値のブロックを求め、全てのブロックのブロック長を前記求められたブロックのブロック長とするようにしてもよい。

【0013】さらにまた、上記本発明の送受信装置において、サブキャリア数に対するそのサブキャリア数が存在する確率分布の累積値のテーブルを参照して、ブロックに分割する際のサブキャリア数を求めるようにしてもよい。さらにまた、上記本発明の送受信装置において、受信電力が予め定められた最小受信電力値に達しないブロックについては、前記制御手段は、当該ブロックの送信電力を他のブロックに分配する制御情報を作成するようにしてもよい。

【0014】このような本発明によれば、受信電力に応じてサブキャリアをまとめてブロックとし、ブロック毎に送信電力制御を行うようにしている。このように、いくつかのサブキャリアをまとめたブロック毎に送信電力制御を行うようにしたので、制御情報量を低減することができると共に、送信電力制御の処理量や記憶量を低減することができるようになる。このような送信電力制御処理は、送信側から固定の送信電力でパイロット信号が送信される毎に行われるようになる。また、上記したようにブロック化するのは、隣接するサブキャリアは周波数相関が高く、一定の相関帯域幅内のサブキャリアにおける周波数選択性フェージングの影響による受信電力の変動はほぼ同等とみなすことができるからである。このため、そのブロック構成は伝搬路の特定の変化に適応的となり、効率のよい送信電力制御を行うことができるようになる。従って、本発明の直交周波数分割多重システムでは、高速伝送および高品質伝送を可能とすることができる。

【0015】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態にかかる直交周波数分割多重システムの構成例を図1に示す。ただし、図1には基地局1と1つの移動局2とが示されているが、移動局は多数存在しており、その内の移動局2だ

6

けが示されている。また、移動局2は本発明の実施の形態にかかる送受信装置に相当する。図1において、基地局1はOFDM変調器10とOFDM復調器17、および送信電力制御を行う制御部16を備えている。このOFDM復調器17は、後述する移動局2におけるOFDM復調器20の受信電力測定部22を省略した構成とされている。送信データはOFDM変調器10における符号器11に印加されて、誤り訂正符号化や圧縮符号化等の符号化が行われ、シンボル変調器12においてシンボル変調される。シンボル変調器12においては、伝送速度や必要とする伝送品質に応じてBPSK、QPSKあるいは16QAMや32QAM等の変調が行われる。シンボル変調器12から出力される変調シンボルは、直列-並列変換部(S/P変換部)13において、サブキャリア数に相当する並列数の変調シンボルに変換される。この結果、S/P変換部13から出力される変調シンボルのシンボル速度は1/サブキャリア数に低減されるようになる。

【0016】S/P変換部13から出力されるサブキャリア数とされる並列変調シンボルは、送信電力制御部14において制御部16からの送信電力制御信号により、後述するブロック毎に送信電力制御されるようになる。このブロックはいくつかのサブキャリアから構成される。送信電力制御部14において送信電力制御が行われたサブキャリア数とされている並列変調シンボルは、逆高速フーリエ変換部(IFFT)15において逆フーリエ変換されてOFDM信号とされる。IFFT15は、逆離散フーリエ変換部(IDFT)としてもよい。このOFDM信号は、所定の周波数の搬送波に乗せられて基地局1から送信される。

【0017】このOFDM信号を受信可能な移動局2は、OFDM復調器20とOFDM変調器27、および制御部26とを備えている。このOFDM変調器27は、基地局1におけるOFDM変調器10の送信電力制御部14を省略した構成とされている。移動局2において受信されたOFDM信号は高速フーリエ変換部(FFT)21においてフーリエ変換が施されて、サブキャリア毎に分解される。FFT21は、離散フーリエ変換部(DFT)としてもよい。FFT部21から並列に出力されるサブキャリアの各々の受信電力が、受信電力測定部22において測定され、サブキャリアの各々の受信電力値は制御部26へ供給される。FFT部21から並列に出力されるサブキャリアは、受信電力測定部22を介して並列-直列変換部(P/S変換部)23に供給され、並列とされているサブキャリアの変調シンボルは直列の変調シンボルに変換される。このP/S変換部23から出力されるサブキャリアの変調シンボルは、シンボル復調器25において復調されて復調データとされる。シンボル復調器25においては、送信側において施されたBPSK、QPSKあるいは16QAMや32QAM

(5)

7

等の変調に応じた復調が行われる。シンボル復調部25から出力される復調データは、復号器24において誤り訂正や伸長処理等が行われて受信データに復号され出力される。

【0018】制御部26は、受信電力測定部22から供給された各サブキャリアの受信電力値に応じて、いくつかのサブキャリアからなるブロックに分割する。そして、分割したブロックの先頭サブキャリアのサブキャリア番号と、当該ブロックの受信電力が規定の受信電力となるように送信電力を制御するための送信電力制御情報からなる制御情報をOFDM変調器27に供給する。この場合、先頭サブキャリア番号に替えて最後尾サブキャリア番号としてもよい。OFDM変調器27では、制御情報が周期的に移動局2から、基地局1へ送信されるようになる。なお、移動局2においてサブキャリアの受信電力を測定するために、基地局1は、送信電力制御が行われていないOFDM変調されたパイロット信号を周期的に送信する。そして、移動局2は、このパイロット信号の受信電力を測定することにより制御情報を得るようにしている。このようにして、基地局1において送信電力制御するチャンネルは、各移動局毎に設定される通信チャンネルとされる。この送信電力制御は、移動局から送信された制御情報に従って行われるため、移動局毎に異なる送信電力制御が行われるようになる。

【0019】次に、図1に示す直交周波数分割多重システムにおける送信電力制御の具体的な処理を図2ないし図8を参照して詳細に説明する。図2には、基地局1から送信される送信電力が固定値とされている制御チャンネルにおけるパイロット信号であるOFDM信号を示している。このOFDM信号のサブキャリアは、例えばサブキャリアSC1～サブキャリアSC23のサブキャリアから構成されているものとする。SC1～SC23はそれぞれサブキャリア番号である。サブキャリアSC1～サブキャリアSC23のサブキャリアから構成されているOFDM信号が、マルチパス環境の伝搬路において周波数選択性フェージングの影響を受けると、例えば図3に示すようにサブキャリアのエンベロープが変動するようになる。すなわち、移動局2で受信されたOFDM信号における個々のサブキャリアのレベルが変動するようになる。

【0020】すると、移動局2における受信電力測定部22において測定されたサブキャリアSC1～サブキャリアSC23の受信電力値は、図4に示す先に矢印を付したスペクトルの長さで示されるようになる。この受信電力値を $\{E_1, E_2, \dots, E_n\}$ と表す。ただし、 $E_1$ はサブキャリアSC1の受信電力値、 $E_2$ はサブキャリアSC2の受信電力値であり、 $E_n$ は最後のサブキャリア（図示する場合はサブキャリアSC23、すなわち $n=23$ ）の受信電力値である。この場合、隣接するサブキャリアは周波数相関が高く、一定の相関帯域

8

幅内のサブキャリアにおける周波数選択性フェージングの影響による受信電力の変動はほぼ同等とみなすことができる。そこで、これを利用して次に、サブキャリアSC1～サブキャリアSC23を制御部26においていくつかのサブキャリアからなるブロックに分割する。制御部26でブロックに分割する場合、先頭のサブキャリアの受信電力値の $\pm \Delta E$ に収まる連続するサブキャリアを1ブロックとする。すなわち、 $|E_h - E_i| < \Delta E$ を演算して、与式を満足する受信電力値 $E_i$ に対応する連続するサブキャリアをそのブロックのサブキャリアとする。ただし、 $E_h$ はブロックの先頭のサブキャリアに対応する受信電力値である。また、最小受信電力のしきい値 $E_{min}$ に満たない受信電力のサブキャリアがまとめられて、1つのブロックとされる。

【0021】この場合、しきい値 $\Delta E$ を小さくするとブロック数が増加し、しきい値 $\Delta E$ を大きくするとブロック数が減少する。このように、任意のブロック数に分割することができるようになるが、周波数選択性フェージングの影響による受信電力の変動がほぼ同等とみなすことができるようなブロック数が得られるしきい値 $\Delta E$ の値を予め決定しておくようにする。この場合、BER

(Bit Error Rate) がほぼ同等とされる範囲を、周波数選択性フェージングの影響による受信電力の変動がほぼ同等とみなすようにすることができる。このようにして決定されたしきい値 $\Delta E$ を用いて図3に示す周波数選択性フェージングの影響を受けたOFDM信号のサブキャリアをブロックに分割すると、図4に示すようになる。すなわち、第1ブロックB1はサブキャリアSC1～SC5により構成され、第2ブロックB2はサブキャリアSC6～SC8により構成され、第3ブロックB3はサブキャリアSC9～SC11により構成され、第4ブロックB4はサブキャリアSC12～SC14により構成され、第5ブロックB5はサブキャリアSC15、SC16により構成され、第6ブロックB6はサブキャリアSC17、SC18により構成され、第7ブロックB7はサブキャリアSC19、SC20により構成され、第8ブロックB8はサブキャリアSC21～SC23により構成されるようになる。このように、変動の激しさに応じたブロック長に分割されるようになる。

【0022】このように制御部26でブロック化することにより、しきい値 $\Delta E$ 内に収まるサブキャリアによりそれぞれのブロックを構成することができる。このブロック化に替えて、制御部26において図5に示すようにブロック化してもよい。図5に示すブロック化は、1ブロックに含まれるサブキャリア数を固定値としてブロックに分割するようにしている。この場合の1ブロックに含まれるサブキャリア数は、図4に示すようにしきい値 $\Delta E$ 内に収まることを条件にブロック化した際に、最も少ないサブキャリア数からなるブロックのサブキャリア数とする。図4に示す場合は第5ブロックB5ないし第

(6)

9

7ブロックB 7が2つのサブキャリアからなることから、図5に示すように各ブロックB 5～B 11は2つのサブキャリアからなるようにブロック化されている。

【0023】次に、図4に示すようにブロックに分割処理した後に、制御部26において各ブロックがほぼ同じ受信電力で受信できるように送信電力制御させるための送信電力制御情報を作成する。この送信電力制御情報は、図6に示すように受信電力の規定値 $E_{th}$ を規定し、この規定値 $E_{th}$ と各ブロックにおけるサブキャリアの受信電力値の最小値との差分を送信電力制御情報として求める。例えば、図6に示す例では、第1ブロックB 1の送信電力制御情報は第1ブロックB 1内における最小のサブキャリアSC 5の受信電力と規定値 $E_{th}$ との差分 $E_{B1}$ となる。この送信電力制御情報 $E_{B1}$ により基地局1において送信電力制御される際には、第1ブロックB 1の送信電力は送信電力制御情報 $E_{B1}$ に相当する分だけ低減される。これは、サブキャリアSC 5の受信電力が規定値 $E_{th}$ を超えているからである。また、第2ブロックB 2の送信電力制御情報は第2ブロックB 2内における最小のサブキャリアSC 8の受信電力と規定値 $E_{th}$ との差分 $E_{B2}$ となる。この送信電力制御情報 $E_{B2}$ により基地局1において送信電力制御される際には、第2ブロックB 2の送信電力は送信電力制御情報 $E_{B2}$ に相当する分だけ増加される。これは、サブキャリアSC 8の受信電力が規定値 $E_{th}$ 未満とされているからである。

【0024】同様にして、第3ブロックB 3の送信電力制御情報は $E_{B3}$ となり、この送信電力制御情報 $E_{B3}$ により基地局1において送信電力制御される際には、第3ブロックB 3の送信電力は送信電力制御情報 $E_{B3}$ に相当する分だけ増加される。さらに、第4ブロックB 4の送信電力制御情報は $E_{B4}$ となり、この送信電力制御情報 $E_{B4}$ により基地局1において送信電力制御される際には、第4ブロックB 4の送信電力は送信電力制御情報 $E_{B4}$ に相当する分だけ増加される。また、第5ブロックB 5は最小受信電力のしきい値 $E_{min}$ に満たないサブキャリアSC 15、SC 16のブロックとされているため、第5ブロックB 5のサブキャリアSC 15、SC 16を送信しない送信電力制御情報 $E_{B5}$ とされる。これは、しきい値 $E_{min}$ が移動局2における受信側の背景ノイズのレベルの近傍のレベルとされているため、第5ブロックB 5のサブキャリアSC 15、SC 16の受信電力を正確に測定できないことと、送信電力制御した際に第5ブロックB 5は高い送信電力を消費することになり、相対的に他のブロックの送信電力が低下してしまうようになるからである。

【0025】さらにまた、第6ブロックB 6の送信電力制御情報は $E_{B6}$ となり、この送信電力制御情報 $E_{B6}$ により基地局1において送信電力制御される際には、第6ブロックB 6の送信電力は送信電力制御情報 $E_{B6}$ に

10

相当する分だけ増加される。さらにまた、第7ブロックB 7の送信電力制御情報は $E_{B7}$ となり、この送信電力制御情報 $E_{B7}$ により基地局1において送信電力制御される際には、第7ブロックB 7の送信電力は送信電力制御情報 $E_{B7}$ に相当する分だけ増加される。さらにまた、第8ブロックB 8の送信電力制御情報は $E_{B8}$ となり、この送信電力制御情報 $E_{B8}$ により基地局1において送信電力制御される際には、第8ブロックB 8の送信電力は送信電力制御情報 $E_{B8}$ に相当する分だけ低減される。

【0026】このような各ブロックにおける送信電力制御情報と、分割された各ブロックの先頭のサブキャリアの番号情報とからなる制御情報が、制御部26からOFDM変調器27に供給される。OFDM変調器27においては、図8に示すように通信用のデータに周期的に制御情報が挿入されて、移動局2から基地局1へ送信される。制御情報を送る周期は、伝搬路における周波数選択性フェージングの特性が余り変化しない周期とされる。

【0027】基地局1においては移動局2から送信された制御情報を受信し、OFDM復調器17において制御情報が復調されて制御部16へ供給される。また、通信用のデータは、OFDM復調器17において復調されて受信データとして出力される。復調された制御情報は制御部16へ供給され、内蔵される制御情報管理テーブル16aに保管される。制御情報は、周期的に送られてくるため、受信する毎に制御情報管理テーブル16a上の制御情報が更新されるようになる。このため、伝搬路における周波数選択性フェージングの影響が変化しても、その変化に追従する制御情報が制御情報管理テーブル16aに保管されていることになる。また、制御情報管理テーブル16aには基地局1に在圏する移動局の制御情報が保管されるようになる。

【0028】制御部16においては、通信チャネルの送信電力制御を行う場合は、設定された通信チャネルに該当する移動局の制御情報を制御情報管理テーブル16aから読み出す。次いで、制御情報におけるブロックの先頭のサブキャリア番号に基づいてサブキャリアをブロックに分割する。さらに、制御情報中の分割された各ブロックにおける送信電力制御情報に基づいて、当該ブロックの送信電力制御を行う。この場合、各ブロックの送信電力の総和は常に等しくなる。すなわち、送信電力制御情報が変更された場合には、個々のブロックにおける送信電力は制御情報に応じて変更されるようになるが、各ブロックの送信電力の総和は、変更前の送信電力の総和と等しくなる。

【0029】ここで、図6に示す送信電力制御情報に基づいて、基地局1における送信電力制御部14で送信電力制御されたOFDM信号の各ブロックの送信電力の一例を図7に示す。図6に示すように、第1ブロックB 1および第8ブロックB 8においては受信電力が規定値 $E$



(7)

11

t hを超えているため、送信電力は低減されている。また、第5ブロックB 5については前述したように最小受信電力のしきい値 $E_{min}$ に満たないため、送信電力制御した際に高い送信電力を消費することになり、他のブロックの送信電力が低下してしまうことから、第5ブロックB 5の送信電力はゼロとされている。これにより、他のブロックに第5ブロックB 5の送信電力が振り分けられるようになる。この場合、送信されないサブキャリアはキャリアホールとされて、そのサブキャリアでは変調シンボルは伝送されない。残るブロックB 2, B 3, B 4, B 6, B 7については、それぞれ図6に示す送信電力制御情報EB 2, EB 3, EB 4, EB 6, EB 7に応じて送信電力が増加するように制御される。

【0030】以上説明したように、本発明の直交周波数分割多重システムにおいては、受信電力が所定範囲に収まる連続するサブキャリアをまとめてブロックとし、そのブロック毎に送信電力制御を行うようにしている。このように、いくつかのサブキャリアをまとめたブロック毎に送信電力制御を行うようにしたので、制御情報を保管する制御情報管理テーブル16aの記憶量を低減することができると共に、送信電力制御の処理量を低減することができるようになる。また、周波数選択性フェージングの影響による受信電力の変動はほぼ同等とみなすことができるようにブロック化していることから、そのブロック構成は伝搬路特定の変化に適應して変更されるようになり、効率のよい送信電力制御を行うことができる。このため、本発明の直交周波数分割多重システムでは高速伝送および高品質伝送を可能とすることができるようになる。

【0031】ところで、サブキャリアを次のようにしてまとめてブロックとしてもよい。移動局2において受信されたOFDM信号が図9に示すようなエンベロープとされて受信されたとする。この場合のサブキャリア数 $n$ は、例えば60とされている。そして、図4に示すようにしきい値 $\Delta E$ の範囲内の受信電力のサブキャリアをまとめてブロック化した際に、図9に示すように第1ブロックB 1のサブキャリア数は10となり、第2ブロックB 2のサブキャリア数も10となり、第3ブロックB 3のサブキャリア数は5となり、第4ブロックB 4のサブキャリア数は15となり、第5ブロックB 5のサブキャリア数が20になったとする。この場合のキャリア数に対する当該キャリア数が存在する確率分布の累積値を求めると、図10に示す図表の通りとなる。

【0032】すなわち、キャリア数が5とされるブロックは第3ブロックB 3だけであり、この場合の(ブロック数/全ブロック数)は $1/5$ となる。従って、キャリア数が5以下の累積値も $1/5$ となる。また、キャリア数が10とされるブロックは第1ブロックB 1と第2ブロックB 2であり、この場合の(ブロック数/全ブロック数)は $2/5$ となる。従って、キャリア数が10以下

12

の累積値は $1/5 + 2/5 = 3/5$ となる。さらに、キャリア数が15とされるブロックは第4ブロックB 4だけであり、この場合の(ブロック数/全ブロック数)は $1/5$ となる。従って、キャリア数が15以下の累積値は $1/5 + 2/5 + 1/5 = 4/5$ となる。さらにまた、キャリア数が20とされるブロックは第5ブロックB 5だけであり、この場合の(ブロック数/全ブロック数)は $1/5$ となる。従って、キャリア数が20以下の累積値は $1/5 + 2/5 + 1/5 + 1/5 = 5/5$ となる。この累積値をパーセント値として、キャリア数(SC数)を横軸としてグラフ表示すると、図11に示すグラフとなる。このグラフから例えば累積値が約54%になるキャリア数を求めると、サブキャリア数はほぼ9となる。そこで、60のサブキャリアを9サブキャリア毎にブロックにまとめるようにする。このように、確率分布の累積値から求めたサブキャリア数をまとめたブロックとしてもよい。この場合は、各ブロックのサブキャリア数は固定値となる。

【0033】次に、本発明の実施の形態にかかる直交周波数分割多重システムにおける送信電力制御処理のフローチャートを図12に示す。図12に示す送信電力制御処理が開始されて、基地局が制御チャネルによりパイロット信号を送信する(ステップS 1)と、このパイロット信号を移動局が受信する(ステップS 10)。次いで、ステップS 11にて受信したパイロット信号におけるOFDM信号の全てのサブキャリアの受信電力を測定する。ステップS 12では、隣接するサブキャリアは周波数相関が高く、一定の相関帯域幅内のサブキャリアにおける周波数選択性フェージングの影響による受信電力の変動はほぼ同等とみなすことができることを利用して、サブキャリアをブロック化している。すなわち、設定されたしきい値 $\Delta E$ を超えない連続するサブキャリアをブロックにまとめることにより、サブキャリアをブロック化する。さらに、ステップS 13において分割したブロック数を検出し、各々のブロックにおける先頭サブキャリア番号を決定する。ここでは、ブロックにまとめられたサブキャリア数が最も少ないブロック長に、ブロック長を固定してブロック化し直してもよい。さらに、図11に示すような累積値に対するサブキャリア数のグラフを参照して、所望の累積値になるサブキャリア数を求めて、求められたサブキャリア数のブロックにブロック化し直してもよい。

【0034】次いで、ステップS 14において各ブロックにおける最小受信電力のサブキャリアの受信電力値と、規定受信電力との差を算出して送信電力制御値とする。そして、算出された送信電力制御値とステップS 13で決定された先頭サブキャリア番号とからなる制御情報を基地局へ通知する(ステップS 15)。この通知を受けた基地局は、ステップS 2にて通知された制御情報に基づき各ブロックの送信電力を制御する。すなわち、

(8)

13

サブキャリアを、制御情報の内の先頭サブキャリア番号の直前までのいくつかのサブキャリアにまとめてブロック化し、ブロック化した各々のブロックにおけるサブキャリアの送信電力を、制御情報の内の当該ブロックの送信電力制御情報に従って制御する。これにより、周波数選択性フェージングを受けた際においても、移動局において受信されるOFDM信号のサブキャリアの受信電力がほぼ一定になるように制御することができるようになる。

【0035】以上説明した本発明の移動局2において、OFDM変調器27内に基地局1と同様に送信電力制御部を備えるようにし、制御部26により得られた制御情報に基づいて、OFDM信号の送信電力制御を行うようにしてもよい。この場合、制御情報の内の先頭サブキャリア番号に基づいてサブキャリアをブロック化し、当該ブロックに対応する送信電力制御値に応じて、そのブロック内のサブキャリアの送信電力を制御する。なお、基地局1から送信される送信電力制御が行われていないOFDM変調されたパイロット信号が送信される周期は、伝搬路における周波数選択性フェージング等により生じる受信電力の変動に十分追従できる周期とされている。

【0036】

【発明の効果】本発明は以上説明したように、受信電力に応じてサブキャリアをまとめてブロックとし、ブロック毎に送信電力制御を行うようにしている。このように、いくつかのサブキャリアをまとめたブロック毎に送信電力制御を行うようにしたので、制御情報量を低減することができると共に、送信電力制御の処理量や記憶量を低減することができるようになる。このような送信電力制御処理は、送信側から固定の送信電力でパイロット信号が送信される毎に行われるようになる。また、上記したようにブロック化するのは、隣接するサブキャリアは周波数相関が高く、一定の相関帯域幅内のサブキャリアにおける周波数選択性フェージングの影響による受信電力の変動はほぼ同等とみなすことができるからである。このため、そのブロック構成は伝搬路の特定の変化に適応的となり、効率のよい送信電力制御を行うことができるようになる。従って、本発明の直交周波数分割多重システムでは、高速伝送および高品質伝送を可能とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態にかかる直交周波数分割多重システムの構成例を示す図である。

【図2】本発明の実施の形態にかかる直交周波数分割多重システムにおける基地局から送信される制御チャンネル

14

におけるパイロット信号を示す図である。

【図3】本発明の実施の形態にかかる直交周波数分割多重システムにおける選択性フェージングの影響を受けたOFDM信号を示す図である。

【図4】本発明の実施の形態にかかる直交周波数分割多重システムにおける受信したOFDM信号をブロックにまとめる説明をするための図である。

【図5】本発明の実施の形態にかかる直交周波数分割多重システムにおける受信したOFDM信号をブロックにまとめる他の説明をするための図である。

【図6】本発明の実施の形態にかかる直交周波数分割多重システムにおけるブロックの送信電力制御情報を説明するための図である。

【図7】本発明の実施の形態にかかる直交周波数分割多重システムにおける送信電力制御されて送信されたOFDM信号を示す図である。

【図8】本発明の実施の形態にかかる直交周波数分割多重システムにおける制御情報を送る態様を示す図である。

【図9】本発明の実施の形態にかかる直交周波数分割多重システムにおける選択性フェージングの影響を受けたOFDM信号を、ブロック化したサブキャリア数を示す図である。

【図10】図9に示す例におけるキャリア数に対する当該キャリア数が存在する確率分布の累積値を示す図表である。

【図11】図10に示すキャリア数に対する当該キャリア数が存在する確率分布の累積値を示すグラフである。

【図12】本発明の実施の形態にかかる直交周波数分割多重システムにおける送信電力制御処理のフローチャートである。

【図13】従来の直交周波数分割多重システムにおける基地局から送信されるOFDM信号を示す図である。

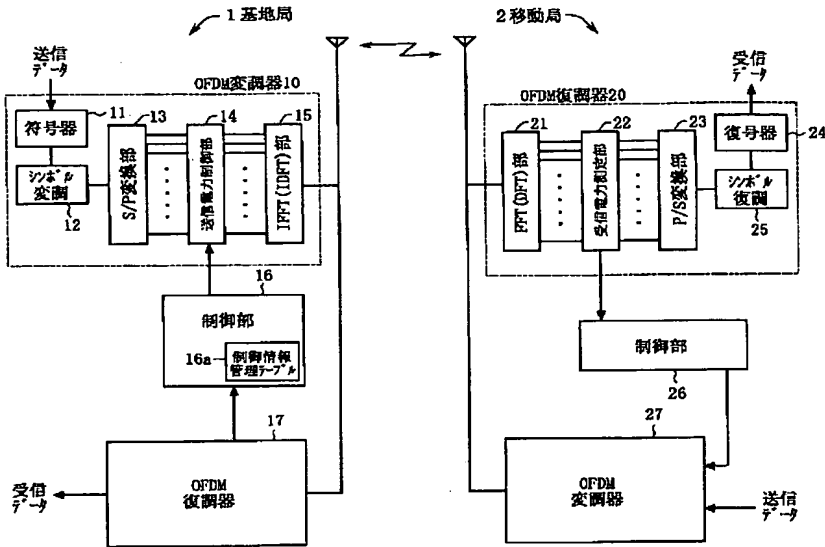
【図14】直交周波数分割多重システムにおける選択性フェージングの影響を受けたOFDM信号を示す図である。

【符号の説明】

1 基地局、2 移動局、10 OFDM変調器、11 符号器、12 シンボル変調器、13 S/P変換部、14 送信電力制御部、15 IFFT部、16 制御部、16a 制御情報管理テーブル、17 OFDM復調器、20 OFDM復調器、21 FFT部、22 受信電力測定部、23 P/S変換部、24 復号器、25 シンボル復調部、26 制御部、27 OFDM変調器

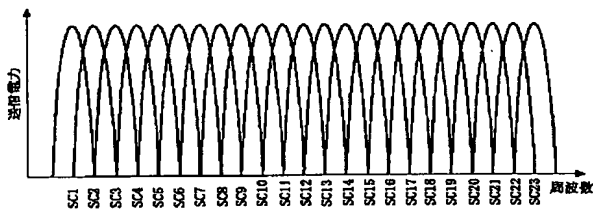
(9)

【図 1】

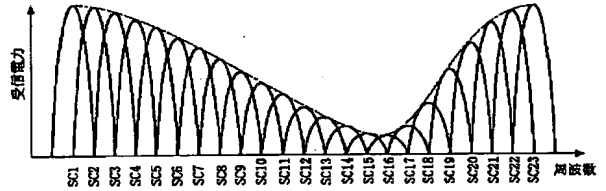


【図 2】

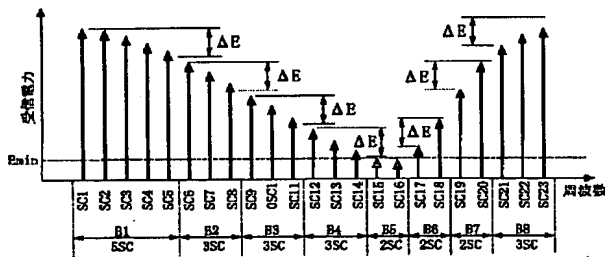
【図 3】



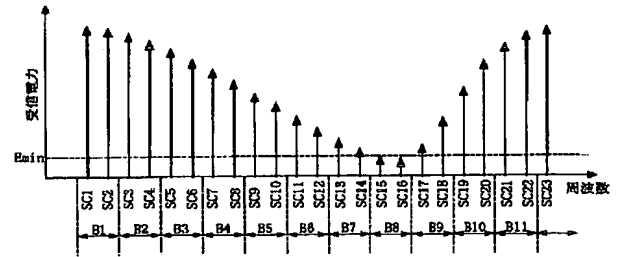
【図 4】



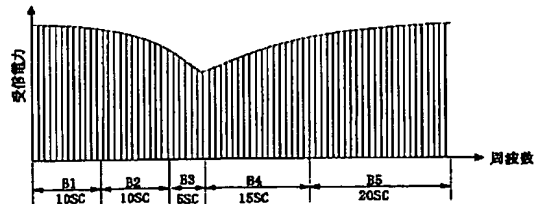
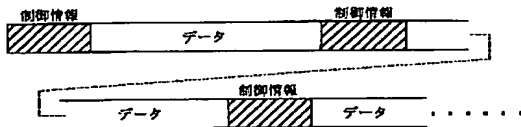
【図 5】



【図 8】

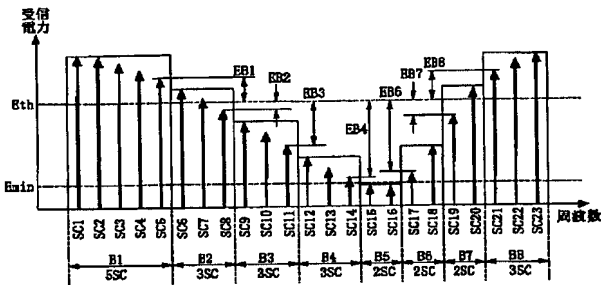


【図 9】



(10)

【図6】

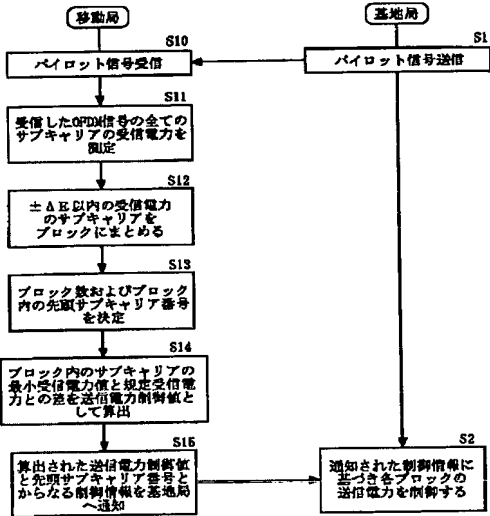


【図10】

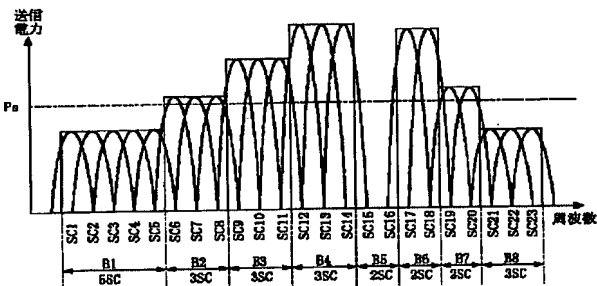
SC=60

SC数	ブロック数/総ブロック数	累積値
5	1/5	1/5
10	2/5	3/5
15	1/5	4/5
20	1/5	5/5

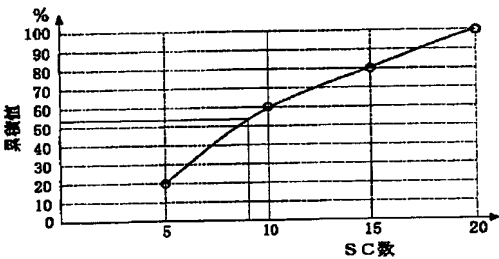
【図12】



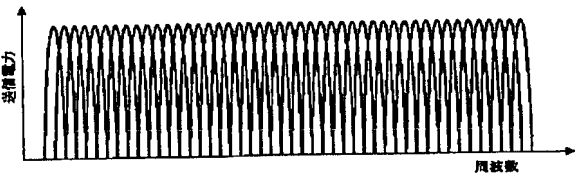
【図7】



【図11】



【図13】



【図14】

【手続補正書】

【提出日】平成13年12月14日(2001.12.14)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書  
【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正内容】

【0015】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態にかかる直交周波数分割多重システムの構成例を図1に示す。ただ

(11)

し、図1には基地局1と1つの移動局2とが示されているが、移動局は多数存在しており、その内の移動局2だけが示されている。また、移動局2は本発明の実施の形態にかかる送受信装置に相当する。図1において、基地局1はOFDM変調器10とOFDM復調器17、および送信電力制御を行う制御部16を備えている。このOFDM復調器17は、後述する移動局2におけるOFDM復調器20の受信電力測定部22を省略した構成とされている。送信データはOFDM変調器10における符号器11に印加されて、誤り訂正符号化や圧縮符号化等の符号化が行われ、シンボル変調器12においてシンボル変調される。シンボル変調器12においては、伝送速度や必要とする伝送品質に応じてBPSK、QPSKあるいは16QAMや64QAM等の変調が行われる。シンボル変調器12から出力される変調シンボルは、直列-並列変換部(S/P変換部)13において、サブキャリア数に相当する並列数の変調シンボルに変換される。この結果、S/P変換部13から出力される変調シンボルのシンボル速度は1/サブキャリア数に低減されるようになる。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正内容】

【0017】このOFDM信号を受信可能な移動局2は、OFDM復調器20とOFDM変調器27、および制御部26とを備えている。このOFDM変調器27は、基地局1におけるOFDM変調器10の送信電力制御部14を省略した構成とされている。移動局2において受信されたOFDM信号は高速フーリエ変換部(FFT)21においてフーリエ変換が施されて、サブキャリア毎に分解される。FFT21は、離散フーリエ変換部(DFT)としてもよい。FFT部21から並列に出力されるサブキャリアの各々の受信電力が、受信電力測定部22において測定され、サブキャリアの各々の受信電力値は制御部26へ供給される。FFT部21から並列に出力されるサブキャリアは、受信電力測定部22を介して並列-直列変換部(P/S変換部)23に供給され、並列とされているサブキャリアの変調シンボルは直列の変調シンボルに変換される。このP/S変換部23から出力されるサブキャリアの変調シンボルは、シンボル復調部25において復調されて復調データとされる。シンボル復調部25においては、送信側において施されたBPSK、QPSKあるいは16QAMや64QAM等の変調に応じた復調が行われる。シンボル復調部25から出力される復調データは、復号器24において誤り訂正や伸長処理等が行われて受信データに復号され出力される。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**